



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04174388 A**

(43) Date of publication of application: 22 . 06 . 92

(51) Int. Cl. **G01S 5/14**

(21) Application number: 02300313

(22) Date of filing: 06 . 11 . 90

(71) Applicant: **KOMATSU LTD**(72) Inventor: **OKU NOBUHIKO  
KOSAKA YUKIO**(54) **MONITOR OF CONSTRUCTION EQUIPMENT**

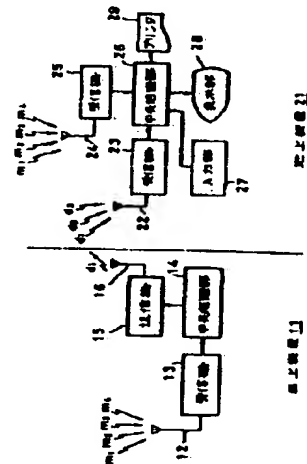
## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To improve position measurement accuracy by measuring the positions of a plurality of construction equipments on the basis of radio waves fed from a GPS satellite, displaying and recording the state of the movement of the construction equipments in connection with working and running regions.

**CONSTITUTION:** The receiver 13 of a vehicle mounted apparatus 11 receives radio waves  $m_1 - m_4$  from a GPS satellite. Signals received by the receiver 13 are inputted into a central processing unit 14, which calculates the position of dump truck and forms transmission data. A transmitter 15 transmits radio waves  $d_1$  fed from the vehicle mounted apparatus 11 to a base station 21 on the basis of the transmission data formed by the central processing unit 14. On the other hand, the receiver 23 of a ground apparatus 21 receives the electric wave  $d_1$  fed from the vehicle mounted apparatus 11 and a receiver 25 receives the radio waves  $m_1 - m_4$  from the GPS satellite. A central processing unit 26 receives the input result of an input unit 27 for inputting map information on a jobsite and signals received by the receivers 23 and 25 to effect data processing for displaying and printing the positions of a plurality of the dump trucks. A display unit 28

performs display on the screen of a CRT on the basis of the processing result of the central processing unit 26.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&amp;Japio



## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-174388

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 01 S 5/14識別記号 庁内整理番号  
8113-5 J

⑬ 公開 平成4年(1992)6月22日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全16頁)

⑭ 発明の名称 建設機械の監視装置

⑯ 特 願 平2-300313

⑰ 出 願 平2(1990)11月6日

⑱ 発 明 者 奥 信 彦 東京都武蔵野市境南町4-16-12  
⑱ 発 明 者 高 坂 幸 夫 東京都町田市金井町2331-15  
⑲ 出 願 人 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂2丁目3番6号  
⑳ 代 理 人 弁理士 木村 高久

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

建設機械の監視装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、

少なくとも1つの基地局を具備するとともに、前記複数の建設機械は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信するGPS電波受信手段と、

前記GPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の位置を逐次演算する位置演算手段と、

前記位置演算手段の演算結果を自車の識別符号とともに前記基地局に送信する送信手段と

をそれぞれ具備、

前記基地局は、

前記建設機械の送信手段からの送信信号を受信する建設機械位置受信手段と、

前記建設機械位置受信手段の受信信号と前記作業現場における作業領域と走行領域の各位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれの前記作業領域における入出状態および前記建設機械それぞれの前記走行領域における走行状態を表示する表示手段と

を具備した建設機械の監視装置。

(2) 前記作業領域は、前記建設機械が土砂の積み込みを行う積み込み域と前記建設機械が土砂の荷降ろしを行う廃土域であり、前記走行領域は、これら積み込み域と廃土域とを接続するものである請求項(1)記載の建設機械の監視装置。

(3) 空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、

少なくとも1つの基地局を具備するとともに、前記複数の建設機械は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信するGPS電波受信手段と、

前記GPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の位置を逐次演算する位置演算手段と、

前記位置演算手段の演算結果を自車の識別符号とともに前記基地局に送信する送信手段とをそれぞれ具え、

前記基地局は、

前記建設機械の送信手段からの送信信号を受信する建設機械位置受信手段と、

前記建設機械位置受信手段の受信信号と前記作業現場における作業領域の位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれが前記作業領域に到着した時刻および該作業領域から出発した時刻を記録する手段と

を具えた建設機械の監視装置。

(4) 前記作業領域は、前記建設機械が土砂の積み込みを行う積込み域と前記建設機械が土砂の荷降ろしを行う廃土域である請求項(3)記載の建

み込みを行う積込み域と前記建設機械が土砂の荷降ろしを行う廃土域である請求項(5)記載の建設機械の監視装置。

(7) 空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、

配置位置が既知の基準局を具えるとともに、

前記複数の建設機械は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信する第1のGPS電波受信手段と、

前記第1のGPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の位置を逐次演算する第1の位置演算手段と

をそれぞれ具え、

前記基準局は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信する第2のGPS電波受信手段と、

前記第2のGPS電波受信手段で受信された各

設機械の監視装置。

(5) 空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、

前記複数の建設機械は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信するGPS電波受信手段と、

前記GPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の位置を逐次演算する位置演算手段と、

前記位置演算手段の演算結果を時間の関数として記憶する着脱自在の記憶媒体と

をそれぞれ具え、

前記記憶媒体の記憶内容と前記作業現場における作業領域の位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれが前記作業領域に到着した時刻および該作業領域から出発した時刻を記録する手段と

を具えた建設機械の監視装置。

(6) 前記作業領域は、前記建設機械が土砂の積

GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該基準局の位置を演算する第2の位置演算手段と、

前記第2の位置演算手段の演算結果と当該基準局の既知の位置から前記第1の位置演算手段のための補正情報を作成する補正情報作成手段と

を具え、さらに、

前記補正情報作成手段で作成された補正情報に基づき前記第1の位置演算手段の逐次の演算位置を補正し、該補正された逐次の演算位置と前記作業現場における作業領域と走行領域の各位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれの前記作業領域における入出状態および前記建設機械それぞれの前記走行領域における走行状態を表示する表示手段

を具えた建設機械の監視装置。

(8) 空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、

配置位置が既知の基準局を具えるとともに、

前記複数の建設機械は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信する第1のGPS電波受信手段と、

前記第1のGPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の位置を逐次演算する第1の位置演算手段と

をそれぞれ具え、

前記基準局は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信する第2のGPS電波受信手段と、

前記第2のGPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該基準局の位置を演算する第2の位置演算手段と、

前記第2の位置演算手段の演算結果と当該基準局の既知の位置から前記第1の位置演算手段のための補正情報を作成する補正情報作成手段と

を具え、さらに、

前記補正情報作成手段で作成された補正情報に基づき前記第1の位置演算手段の逐次の演算位置

を補正し、該補正された逐次の演算位置と前記作業現場における作業領域の位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれが前記作業領域に到着した時刻および該作業領域から出発した時刻を記録する手段

を具えた建設機械の監視装置。

(9) 空中に設けられた少なくとも4つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、

前記複数の建設機械は、

前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信するGPS電波受信手段と、

前記GPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて前記建設機械の3次元位置を逐次演算する位置演算手段とをそれぞれ具え、

前記複数の建設機械による作業が開始されてから所定時間経過するまでに得られた前記位置演算手段の演算結果に基づいて作業開始時における前

記作業現場の初期地形を演算する初期地形演算手段と、

前記複数の建設機械による作業が終了する所定時間前までに得られた前記位置演算手段の演算結果に基づいて作業終了時における前記作業現場の仕上り地形を演算する仕上り地形演算手段と、

前記初期地形演算手段および前記仕上り地形演算手段でそれぞれ演算された作業現場の初期地形と仕上り地形に基づいて前記複数の建設機械による作業出来高を演算する出来高演算手段と

を具えるようにした建設機械の監視装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は建設機械の監視装置に関し、特に広域土工作业現場においてパワーショベルやダンプトラック等が複数台稼働している場合に適用され、土工作业現場内におけるこれら複数の建設機械の移動状況を監視して、土工作业を管理することができる装置に関する。

(従来の技術)

一般に、鉱山、採石場等の広域土工作业現場においてダンプトラックやパワーショベル等の複数の建設機械を走行させて作業を行う場合、これら複数の建設機械の運行を監視して作業最適化を図ることが行われる。従来よりこうした複数の建設機械の運行を監視するシステムとしてはいわゆるサインポスト方式といわれるものがある。このサインポスト方式は第14図に示すように作業現場の各主要箇所にサインポスト1001…を配設する。一方、複数の建設機械1002…にはそれぞれ赤外線発光器又はマイクロ波発信器1003を搭載する。建設機械1002がサインポスト1001の近傍を走行するとき赤外線発光器又はマイクロ波発信器1003から送信された赤外線又はマイクロ波がサインポスト1001の受信器1004で受信される。赤外線又はマイクロ波は各建設機械1002を特定して識別できるようにそれぞれ所要の変調がなされている。受信器1004の受信結果は信号1005を介して管理事務所1006の中央処理装置1007で処理され、C

R T画面に各建設機械1002の現在位置がサインポスト1001の配設位置として表示される。

また、近年、陸、海、空の移動体の2次元位置、3次元位置を計測するシステムとしてGPS(グローバルポジショニングシステム:全地球域測位システム)が、つぎのような利点があることから注目されている。

1・GPS用衛星から送信される電波を無料で使用できる可能性があること

2・地球上空を周回する軌道上にGPS用衛星が存在しているので極域を含む地球全域における計測対象の位置計測が可能であること。

GPSでは、少なくとも3以上のGPS用衛星を地球上空に打ち上げて、各GPS用衛星から送信された電波を位置計測対象である移動体搭載のGPS用受信機で受信する。すると移動体では各GPS用衛星から送信された電波の受信時間差(伝播時間差)から該移動体の位置が求められ、この位置を移動体搭載の表示装置の画面上に自己

はないものの、走行コースのレイアウトが頻繁に変更される作業現場ではレイアウトが変更されるたびにサインポストの設置をやり直さなければならずレイアウト変更に対する融通性、柔軟性がよくないという面がある。

また、サインポストに雪、霧、塵芥などの空中浮遊物や泥などが付着することにより建設機械とサインポスト間の通信障害が生じる虞があり、装置の信頼性に欠けるという面がある。

さらに、サインポストの機能を維持するため、またサインポストに風雨等により外敵損傷が加わった場合にサインポストのメンテナンスを行う必要があり、煩わしいという面がある。

一方、GPSによる位置計測システムは移動体搭載の表示装置に自己の位置が表示されるのみであり、このため地上から複数の建設機械の稼働状況を監視することによる作業最適化は達成できないこととなっていた。

本発明はこうした実情に鑑みてなされたものであり、従来のサインポスト方式による位置計測を

の現在位置として表示するようにしている。

(発明が解決しようとする課題)

上記サインポスト方式では、建設機械がサインポスト近傍の領域内で走行していることしか把握できない。このため計測精度の向上のためにはサインポストを密に設置することが必要であるが、それができずサインポストが疎に設置されている場合には計測精度が損なわれるという面がある。

また、建設機械の位置はサインポストの位置として捕らえられるため、建設機械が走行する作業現場をカバーするためには作業現場全域に渡ってサインポストを配設しなければならない。このため作業現場が広域になればなるほどより多くのサインポストを配設しなければならなくなり、装置のコストは現場が広域になればなるほど上昇することになる。このため、広域作業現場ではコストがかかるという面がある。

また、サインポストは建設機械の走行コースに沿った地面に固定配設されるために建設機械の走行コースが比較的固定的な鉱山などでは特に問題

捨てて、GPS衛星から送信される電波に基づき位置計測を行うことによりサインポスト方式よりも位置計測精度が高く、かつ広域作業現場に低コストで対応でき、かつ走行コースのレイアウト変更にも柔軟に対応でき、かつ装置の信頼性高く、かつメンテナンスフリーで、しかも複数の建設機械を一度に監視することができる建設機械の監視装置を提供することをその目的としている。

(課題を解決するための手段および作用)

そこでこの発明の第1発明では、空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、少なくとも1つの基地局を具えるとともに、前記複数の建設機械は、前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信するGPS電波受信手段と、前記GPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の位置を逐次演算する位置演算手段と、前記位置演算手段の演算結果を自車の識別符号とともに前記基地局に

送信する送信手段とをそれぞれ具え、前記基地局は、前記建設機械の送信手段からの送信信号を受信する建設機械位置受信手段と、前記建設機械位置受信手段の受信信号と前記作業現場における作業領域と走行領域の各位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれの前記作業領域における入出状態および前記建設機械それぞれの前記走行領域における走行状態を表示する表示手段とを具えるようにしている。

すなわち、かかる構成によれば各GPS衛星から送信される電波の受信時間差に基づき複数の建設機械の位置が演算される。これら複数の建設機械の位置は基地局に送信され、表示手段に表示される。そしてこの表示手段は、建設機械それぞれの前記作業領域における入出状態および前記建設機械それぞれの前記走行領域における走行状態を表示する。これにより複数の建設機械の稼働状況が監視される。

また、本発明の第2発明では第1発明と同様に複数の建設機械の位置が基地局に送信されると、

位置を逐次演算する第1の位置演算手段とをそれぞれ具え、前記基準局は、前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信する第2のGPS電波受信手段と、前記第2のGPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該基準局の位置を演算する第2の位置演算手段と、前記第2の位置演算手段の演算結果と当該基準局の既知の位置から前記第1の位置演算手段のための補正情報を作成する補正情報作成手段とを具え、さらに、前記補正情報作成手段で作成された補正情報に基づき前記第1の位置演算手段の逐次の演算位置を補正し、該補正された逐次の演算位置と前記作業現場における作業領域と走行領域の各位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれの前記作業領域における入出状態および前記建設機械それぞれの前記走行領域における走行状態を表示する表示手段を具えるようにしている。また、表示手段の替りに前記補正情報作成手段で作成された補正情報に基づき前記第1の位置演算手段の逐次の演算位置を補正し、該補正さ

基地局では複数の建設機械の作業域への入、出時刻が記録される。これにより複数の建設機械の稼働状況が監視される。

また、本発明の第3発明では各GPS衛星から送信される電波の受信時間差に基づき複数の建設機械の位置が演算される。この位置演算結果は複数の建設機械ごとに時間の関数として記憶媒体に記憶される。そして複数の建設機械から取り外した記憶媒体の記憶内容に基づいて複数の建設機械の作業域への入、出時刻が記録される。これにより複数の建設機械の稼働状況が監視される。

また、本発明の第4発明では、空中に設けられた少なくとも3つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、配置位置が既知の基準局を具えるとともに、前記複数の建設機械は、前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信する第1のGPS電波受信手段と、前記第1のGPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて当該建設機械の

逐次の演算位置と前記作業現場における作業領域の位置情報とに基づいて前記建設機械それぞれが前記作業領域に到着した時刻および該作業領域から出発した時刻を記録する手段を設けるようにしている。

すなわち、GPS衛星の軌道情報が得られないとGPS衛星の電波によって計測される被計測対象の計測位置が真の値から一定方向に一定量だけドリフトすることがある。そこで配設位置が既知である基準局と複数の建設機械の位置が各GPS衛星から送信される電波の受信時間差に基づき演算される。基準局は既知であるので、この既知の位置と基準局の演算位置とにより上記ドリフト分が誤差情報として得られる。この誤差情報に基づき複数の建設機械の逐次の演算位置がそれぞれ補正される。この逐次の補正位置を用いて建設機械それぞれの前記作業領域における入出状態および前記建設機械それぞれの前記走行領域における走行状態が表示され、また複数の建設機械の作業域への入、出時刻が記録される。

また、本発明の第5発明では、空中に設けられた少なくとも4つのGPS衛星からの信号に基づき作業現場を移動する複数の建設機械を監視する建設機械の監視装置において、前記複数の建設機械は、前記GPS衛星からそれぞれ送信される電波を受信するGPS電波受信手段と、前記GPS電波受信手段で受信された各GPS衛星からの電波の受信時間差に基づいて前記建設機械の3次元位置を逐次演算する位置演算手段とをそれぞれ具備し、前記複数の建設機械による作業が開始されてから所定時間経過するまでに得られた前記位置演算手段の演算結果に基づいて作業開始時における前記作業現場の初期地形を演算する初期地形演算手段と、前記複数の建設機械による作業が終了する所定時間前までに得られた前記位置演算手段の演算結果に基づいて作業終了時における前記作業現場の仕上り地形を演算する仕上り地形演算手段と、前記初期地形演算手段および前記仕上り地形演算手段でそれぞれ演算された作業現場の初期地形と仕上り地形に基づいて前記複数の建設機械に

込みを行い、その後、走行路41を走行して廃土域43aまたは43bで土砂の荷降ろしを行う。作業現場40を見渡す所定位置には後述するようにダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>j</sub>を監視する管制事務所20が配設されている。なお、この管制事務所20の配設位置(東経位置、北緯位置、高さ)は後述する補正処理を行う際の基準点となる。空中(地球上空約2万km)には4つのGPS衛星31～34が打ち上げられていて、これらGPS衛星31～34はそれぞれ地上に向けて電波m<sub>1</sub>～m<sub>4</sub>を送信する。ダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>j</sub>はこれら電波m<sub>1</sub>～m<sub>4</sub>を受信できる受信アンテナ12を有している。

第2図はダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>j</sub>のそれぞれに搭載される車上装置11と、管制事務所20に設備される地上装置21の構成を概念的に示すものである。車上装置11は、GPS衛星31～34の電波m<sub>1</sub>～m<sub>4</sub>を受信する受信アンテナ12、受信機13と、受信機13の受信信号を入力して自己のダンプトラック10<sub>i</sub>(i=1～3)

による作業出来高を演算する出来高演算手段とを具備するようにしている。

すなわち、かかる構成によれば、各GPS衛星から送信される電波の受信時間差に基づき複数の建設機械の位置が演算される。これら演算結果のうち作業開始時に得られた位置情報から作業現場の初期地形が演算される。また掘削作業終了時の位置情報から作業現場の仕上り地形が演算される。そこでこれら演算された初期地形と仕上り地形から複数の建設機械による作業出来高が演算される。

#### (実施例)

以下、図面を参照して本発明に係る建設機械の監視装置の実施例について説明する。

実施例では第1図に示すように広域土工作业現場40において、3台のダンプトラック10<sub>1</sub>～10<sub>3</sub>、1台のホイールローダ10<sub>4</sub>が土砂の積み込みおよび廃土作業を行う場合を想定している。すなわちダンプトラック10<sub>1</sub>～10<sub>3</sub>は作業現場40の積込み域42Aまたは42Bでホイールローダ10<sub>4</sub>のVシェーブ運転による土砂の積み

の位置を演算するとともに、送信データを作成する中央処理部14と、中央処理部14で作成された送信データに基づき電波d<sub>i</sub>を基地局21に送信する送信機15、アンテナ16とから構成されている。一方、地上装置21は、各車上装置11から送信された電波d<sub>i</sub>を受信するアンテナ22、受信機23と、GPS衛星31～34の電波m<sub>1</sub>～m<sub>4</sub>を受信する受信アンテナ24、受信機25と、作業現場40についての地図情報を入力するキーボード等からなる入力部27と、該入力部27の入力結果および受信機23、25の受信信号を入力して複数のダンプトラック10<sub>i</sub>の位置を表示、印刷するためのデータ処理を行う中央処理部26と、中央処理部26の処理結果に基づきCRT画面に表示を行う表示部28と、中央処理部26の処理結果に基づく印刷処理を行うプリンタ29とから構成されている。

以下、同図に示す構成と第8図から第10図に示すフローチャートを併せ参照して第1の実施例について説明する。

第1の実施例では、第8図に示すように受信アンテナ12を介して電波 $m_1 \sim m_n$ が受信機13で受信されると、中央処理部14では電波 $m_1 \sim m_n$ それぞれの受信時点で受信信号を入力して（ステップ101）、電波 $m_1 \sim m_n$ の受信時間差とGPS衛星31～34の位置に基づき自己のダンプトラック10<sub>i</sub>（ $i=1 \sim 3$ ）の3次元位置 $P_i$ 、つまり東経位置 $X_i$ 、北緯位置 $Y_i$ 、高度 $H_i$ が演算される。なお、GPS衛星31～34の位置は軌道情報に基づき得られているものとする。また、 $i$ は3台のダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>n</sub>を特定、識別するための車番であり、予め各車両に割り当てられ、付与されているものとする（ステップ102）。つぎに自車の車番 $i$ および演算された位置 $P_i$ が電波信号に変調され（ステップ103）、この電波信号が送信機15、アンテナ16を介して電波 $d_i$ として管制事務所20に向けて送信される（ステップ104）。上記ステップ101～104の処理は繰り返し実行され、3台のダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>n</sub>の位置

つぎに手順は第10図に示すダンプトラック位置補正サブルーチンに移行され（ステップ204）、読み出された位置データ $P_i$ に含まれる誤差を補正する処理を行う（ステップ301～303）。

すなわち、GPS衛星31～34の軌道情報が不正確な場合、GPS衛星31～34から送出される電波によって計測される被計測対象の計測位置が真の値から一定方向に一定量だけドリフトすることがある。このドリフト量はあらゆる被計測対象について一定である。ダンプトラック位置補正サブルーチンはこうしたドリフト量を補正するものである。第10図に示すように地上装置21の受信アンテナ24を介して電波 $m_1 \sim m_n$ が受信機25で受信されると、中央処理部26では電波 $m_1 \sim m_n$ それぞれの受信時点で受信信号を入力して（ステップ301）、電波 $m_1 \sim m_n$ の受信時間差に基づき基準点（管制事務所20）の位置 $Q$ （東経位置 $x$ 、北緯位置 $y$ 、高度 $h$ ）が演算される。この場合、計測される基準点位置 $Q$ は基準点を予め精密な測量によって求めた真の位置か

$P_1 \sim P_n$ を示す電波 $d_1 \sim d_n$ が随時、管制事務所20に向けて送信されることになる。

一方、管制事務所20の地上装置21では、第9図に示すようにダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>n</sub>の位置の計測を行うにあたり前処理として、作業現場40の地図情報を入力部27を介して入力する処理が行われる。すなわち、第1図に示すように作業現場40の走行路41、積込み域42A、42Bおよび廃土域43a、43b等の位置データが入力される。中央処理部26では入力位置データに基づき作業現場40の地図を作成する処理を行う（ステップ201）。こうして前処理が終了すると、ダンプトラック10<sub>i</sub>～10<sub>n</sub>の車上装置11から送信された電波 $d_i \sim d_n$ が受信機23において受信されたか否かが判断され（ステップ202）、判断結果がYES、つまりアンテナ22を介して受信機23で電波 $d_i$ が受信されると、受信電波 $d_i$ に重畳された車番 $i$ およびダンプトラック10<sub>i</sub>の位置 $P_i$ を受信データとして取り出す復調処理を行う（ステップ203）。

ら上記ドリフト分だけずれることになる（ステップ302）。つぎに上記ステップ203で復調されたダンプトラック位置 $P_i$ の東経位置 $X_i$ 、北緯位置 $Y_i$ 、高度 $H_i$ からそれぞれステップ203で演算された基準点位置 $Q$ の東経位置 $x$ 、北緯位置 $y$ 、高度 $h$ を減算する処理が行われ、基準点である管制事務所20を原点とする車番 $i$ のダンプトラック10<sub>i</sub>の相対位置 $R_i$ （ $X_i - x$ 、 $Y_i - y$ 、 $H_i - h$ ）が演算される。ここで、計測値 $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $H_i$ には上記ドリフトによる誤差 $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ 、 $\varepsilon_h$ が含まれ、計測値 $x$ 、 $y$ 、 $h$ にも同様の誤差 $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ 、 $\varepsilon_h$ が含まれているが、上記減算処理によって誤差分がキャンセルされる。基準点である管制事務所20の真の位置は所定の精密測量によって既知であるので、相対位置 $R_i$ を求めることによりダンプトラック10<sub>i</sub>が管制事務所20からどのくらい離間した位置にあるかの情報を正確に得ることができる（ステップ303）。

手順はステップ205にリターンされ、ここで



作業現場40について地図情報の入力があったか否かが判断される。すなわち、位置計測時であっても入力部27を介して作業現場40のレイアウトは変更自在となっており、「積込み域42Aが東経方向にX、北緯方向にY、だけずれた」等の変更位置データが入力されることにより、ステップ201で初期設定された作業現場40の地図が入力データに応じて変更される。位置データが新たに入力されなかった場合には(ステップ205の判断結果NO)、ステップ201で初期設定された地図がそのまま採用されるが、位置データが新たに入力された場合(ステップ205の判断結果YES)は入力データに応じて新たな作業現場40の地図が作成される(ステップ206)。つぎにステップ204で補正演算されたダンプトラック10、の位置R、と作業現場40の地図とを突き合わせて第3図に示すように表示部28の表示画面28a上に作業現場40内に位置するダンプトラック10、～10、をそれぞれ表示する。このときダンプトラック10、～10、は車番i

a上に「車番iの車両は、現在、東経位置〇〇、北緯位置××に在り、高度は△△」と表示し、数値で示すようにしてもよい(ステップ207)。

また、上記ステップ201～207の処理は繰り返して実行され、順次演算されたダンプトラック10、の位置データは車番iごとにかつステップ202における信号d、の受信時刻とともに図示しないメモリに記憶される。そして作業の1サイクルまたは1日の作業が終了した時点で、記憶された位置データと作業現場40の地図とを突き合わせる。この結果、「いずれのダンプトラックが、いずれの時刻に地図上のいずれの位置にいたか」という情報が得られ、プリンタ29から各ダンプトラックごとに(車番ごとに)積込み域42A、42Bに到着、出発した時刻、廃土域43a、43bに到着、出発した時刻が経時的に印刷、出力される。第6図はたとえば車番1のダンプトラック10、について記憶された逐次の位置データに基づきプリントアウトした結果を例示するものであり、ダンプトラック10、の積込み域A(42

に応じて2重丸印等のそれぞれ異なる印で表されこれら異なる印により3台の車両が識別される。なお、ダンプトラック10、の位置R、と作業現場40の地図との突き合わせの際、ダンプトラック10、の位置の座標系と作業現場40の地図の座標系とは統一されていることが必要であり、ダンプトラック10、の位置がR、と相対座標系であるならば、作業現場40の地図も基準点を原点とする相対座標系で表す必要がある。

一方、ダンプトラック10、の相対位置R、に精密測量で求めた基準点位置(絶対座標系)を加算してダンプトラック10、の絶対位置 $\hat{P}$ 、を求めるようにしてもよい。この場合は作業現場40の地図を絶対座標系で表す必要がある。なお、上記ステップ206で地図の変更があった場合には、たとえば同第3図の矢印に示すように積込み域42A(実線にて示す)が2点鎖線で示す位置42Aに画面上で移動することになる。なお、ダンプトラック10、の位置を画面28a上に印としてグラフィック表示するだけでなく、同画面28

A)、B(42B)の入、出時刻、廃土域a(43a)、b(43b)の入、出時刻の情報が得られる。他のダンプトラック10、～10、についても同様の情報が得られる。これら情報から各ダンプトラック10、～10、の稼働時間、作業内容等を知ることができる。また、印刷結果はそのままダンプトラック10、～10、の業務日報として使用することができる。また、上記メモリの随時の記憶内容に基づき画面28a上の地図上に各ダンプトラックの走行軌跡を表示するようにしてもよい(ステップ207)。

以下、第2の実施例について説明する。この第2の実施例では車上装置、地上装置の構成が第1の実施例における車上装置11、地上装置21の構成とわずかに異なっている。

第4図はダンプトラック10、～10、のそれぞれに搭載される車上装置11'と、管制事務所20に設備される地上装置21'の構成を概念的に示したものであり、車上装置11'は、GPS衛星31～34の電波m、～m、を受信する受信

アンテナ12、受信機13と、受信機13の受信信号を入力して自己のダンプトラック10、(i=1~3)の位置を演算するとともに、所定のホルダに着脱自在に設けられ、具体的にはフロッピディスク、ICカード等の携行可能の記憶媒体15にデータの書き込みを行う中央処理部14とから構成されている。一方、地上装置21は、GPS衛星31~34の電波m、m、を受信する受信アンテナ24、受信機25と、作業現場40についての情報を入力するキーボード等からなる入力部27と、該入力部27の入力結果および受信機25の受信信号を入力するとともに、車上装置11のホルダから取り外した記憶媒体15を所定のホルダに装着することにより記憶媒体15の記憶内容を読み出して複数のダンプトラック10、の位置を表示、印刷するためのデータ処理を行う中央処理部26と、中央処理部26の処理結果に基づきCRT画面に表示を行う表示部28と、中央処理部26の処理結果に基づく印刷処理を行うプリンタ29

一方、第12図に示すように地上装置21の受信アンテナ24を介して電波m、m、を受信機25で受信されると、中央処理部26では電波m、m、それぞれの受信時点で受信信号を入力して(ステップ501)、電波m、m、の受信時間差とGPS衛星31~34の位置に基づき基準点である官制事務所20の位置Q(東経位置x、北緯位置y、高度h)が演算される(ステップ502)。つぎに演算された位置Qが、現在時刻をアドレスとして所定のメモリに順次記憶される。なお、このメモリは記憶媒体15と同様に携行可能、着脱自在のフロッピディスク等であってもよく、また中央処理部26から分離不可能のメモリであってもよい(ステップ503)。ステップ501~503の処理は繰り返し実行されるが、やがて作業の1サイクルあるいはダンプトラックの一日の稼働が終了した時点で、記憶媒体15と同様に位置Qの経時的な記憶処理は終了する。

一方、官制事務所20の地上装置21では、

とから構成されている。

以下、同図に示す構成と第11図から第13図に示すフローチャートを併せ参照して第2の実施例について説明する。

第11図に示すように受信アンテナ12を介して電波m、m、を受信機13で受信されると、中央処理部14では電波m、m、それぞれの受信時点で受信信号を入力して(ステップ401)、電波m、m、の受信時間差とGPS衛星31~34の位置に基づき自己のダンプトラック10、(車番i=1~3)の3次元位置P、つまり東経位置X、北緯位置Y、高度H、が演算される(ステップ402)。つぎに演算された位置P、が、現在時刻をアドレスとして記憶媒体15に所定時間ごとに順次記憶される(ステップ403)。ステップ401~403の処理は繰り返し実行されるが、やがて作業の1サイクルあるいはダンプトラックの一日の稼働が終了した時点で、記憶媒体15はホルダから取り外され、ステップ401~403の処理は終了する。

ダンプトラック10、~10、の監視処理を行うにあたって第9図のステップ201と同様に作業現場40の地図を設定する前処理を行う(ステップ601)。前処理が終了すると、オペレータはダンプトラック10、~10、の車上装置11のホルダから記憶媒体15を取り外して、地上装置のホルダに装着する。これにより記憶媒体15の記憶内容が読み出される。第5図は車番1のダンプトラック10、の記憶媒体15から読み出された5秒ごとの間欠的な位置(東経位置、北緯位置、高さ)データを例示したものである。他のダンプトラック10、、10、についても同様にそれぞれの記憶媒体15をホルダに装着することにより、ダンプトラック10、、10、の経時的な位置データが読み出されることになる(ステップ602)。つぎに第1の実施例のダンプトラック位置補正サブルーチンと同様の趣旨でダンプトラック位置のドリフト分を補正する演算処理が行われる。すなわち、上記ステップ501~503の処理によってメモリに記憶された基準点位

置Q(東経位置 $x$ 、北緯位置 $y$ 、高さ $h$ )の間欠的な位置データが読み出され、この読み出された位置データと記憶媒体15'から読み出された位置データ(東経位置 $X_i$ 、北緯位置 $Y_i$ 、高さ $H_i$ )の対応づけが同時刻ごとに行われる。そして対応づけられた各時刻ごとに、ダンプトラック位置 $P_i$ の東経位置 $X_i$ 、北緯位置 $Y_i$ 、高さ $H_i$ からそれぞれ基準点位置Qの東経位置 $x$ 、北緯位置 $y$ 、高さ $h$ を減算する処理が行われ、基準点である管制事務所20を原点とする車番 $i$ のダンプトラック10<sub>i</sub>の相対位置 $R_i(X_i - x, Y_i - y, H_i - h)$ が演算される。こうした処理は車番1、2、3についてそれぞれ行われる。これにより各時刻におけるドリフトによる誤差分がキャンセルされることになる(ステップ603)。つぎにステップ601で作成された作業現場40の地図とステップ603で演算されたダンプトラック10<sub>i</sub>の位置 $R_i$ …とを突き合わせて第1の実施例と同様、プリンタ29'から各ダンプトラックごとに(車番ごとに)領域42A、42

10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>の3次元計測を行う場合を想定しているが、これに限定されることなく東経位置および北緯位置のみを求める2次元計測を行う実施も可能である。2次元計測を行う場合は、GPS衛星として最低3個あればよい。この場合、第3図、第6図に示す内容と同等の表示、印刷をなし得る。しかし、ダンプトラック10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>の高さについての情報は得られない。この点、第1、第2の実施例ではダンプトラック10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>の随時の高さ情報が得られるので、この高さ情報に基づき、施工現場の地形状況をリアルタイムに表示したり、また施工現場の地形状況の時間変化を印刷する実施も可能である。これにより、地形の高さ変化が激しい作業現場において土工作業の適確な指示を与えることができ、作業効率、精度が大幅に向上することとなる。

また、以下のような実施も可能である。

第7図はダンプトラック10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>による掘削作業開始時における作業現場40の初期地形 $S_i$ および掘削作業終了時における作業現場40

Bに到着、出発した時刻、廃土域43a、43bに到着、出発した時刻を経時的に印刷、出力する処理が行なわれる。このような印刷結果はそのままダンプトラック10<sub>i</sub>の業務日報として使用することができる。また、第6図の内容を表示部28'の表示画面に表示するようにしてもよい。また、ステップ601で作成された作業現場40の地図とステップ603で演算されたダンプトラック10<sub>i</sub>の位置 $R_i$ …とを突き合わせて表示部28'の表示画面に各ダンプトラックの走行軌跡を表示するようにしてもよい(ステップ604)。

この第2の実施例によれば第1の実施例のように複数のダンプトラック10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>の移動状態をリアルタイムに監視することはできないが、車上装置11'と地上装置間21'間で電波d<sub>i</sub>の通信を行う必要がないので、このための送受信装置を省くことができるとともに、電波障害等に起因する通信不能等の虞がないのでコスト、装置の信頼性等の面で利点が得られることになる。

なお、第1、第2の実施例ではダンプトラック

の仕上り地形 $S_i$ の様子を概念的に示すものである。同図から明らかに掘削作業開始時点においてダンプトラック10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>が作業現場40を走行したとき、その走行軌跡 $l_i$ … $l_j$ は初期地形 $S_i$ を規定する。なお、走行するダンプトラックの台数が多ければ多いほど、走行軌跡が $l_i$ 、 $l_j$ …と多く得られ地形 $S_i$ をより高精度に規定することができるのがわかる。同様に掘削作業が進行し、地面が削られて、やがて掘削作業が終了すると作業現場40は仕上り地形 $S_i$ となる。この仕上り地形 $S_i$ も掘削作業終了時に走行したダンプトラック10<sub>i</sub>…10<sub>j</sub>の走行軌跡 $l_i$ … $l_j$ によって規定される。このように初期地形 $S_i$ と仕上り地形 $S_i$ が得られれば、これら曲面間の体積 $V$ 、つまり作業出来高を容易に求めることができる。ここで出来高 $V$ を計測する実施例の手順について説明する。

・作業の1サイクルまたは1日の作業が終了した時点でダンプトラック10<sub>i</sub>の絶対座標位置 $\hat{P}_i$ の経時的な位置データ $\hat{P}_{i,1}(\hat{X}_{i,1}, \hat{Y}_{i,1}, \hat{Z}_{i,1})$ 、

$\hat{P}_{12}(\hat{X}_{12}, \hat{Y}_{12}, \hat{Z}_{12}) \dots \hat{P}_{1E}(\hat{X}_{1E}, \hat{Y}_{1E}, \hat{Z}_{1E})$ 、ダンプトラック10<sub>2</sub>の絶対座標位置  $\hat{P}_{21}(\hat{X}_{21}, \hat{Y}_{21}, \hat{Z}_{21})$ 、 $\hat{P}_{22}(\hat{X}_{22}, \hat{Y}_{22}, \hat{Z}_{22}) \dots \hat{P}_{2E}(\hat{X}_{2E}, \hat{Y}_{2E}, \hat{Z}_{2E})$ 、ダンプトラック10<sub>3</sub>の絶対座標位置  $\hat{P}_{31}(\hat{X}_{31}, \hat{Y}_{31}, \hat{Z}_{31})$ 、 $\hat{P}_{32}(\hat{X}_{32}, \hat{Y}_{32}, \hat{Z}_{32}) \dots \hat{P}_{3E}(\hat{X}_{3E}, \hat{Y}_{3E}, \hat{Z}_{3E})$  が得られる。なお、相対位置データ  $R_1$  を使用するようにしてもよい。

・つぎに各ダンプトラック10<sub>1</sub>、～10<sub>3</sub>の位置データの内、掘削作業が開始されてから所定時間経過するまでに得られた位置データを取り出す。ここで所定時間は初期地形  $S_0$  を特定するに十分な位置データが取得される時間として設定される。こうしてダンプトラック10<sub>1</sub>の初期位置データ  $\hat{P}_{11}(\hat{X}_{11}, \hat{Y}_{11}, \hat{Z}_{11}) \sim \hat{P}_{1J}(\hat{X}_{1J}, \hat{Y}_{1J}, \hat{Z}_{1J})$ 、ダンプトラック10<sub>2</sub>の初期位置データ  $\hat{P}_{21}(\hat{X}_{21}, \hat{Y}_{21}, \hat{Z}_{21}) \sim \hat{P}_{2J}(\hat{X}_{2J}, \hat{Y}_{2J}, \hat{Z}_{2J})$ 、ダンプトラック10<sub>3</sub>の初期位置データ  $\hat{P}_{31}(\hat{X}_{31}, \hat{Y}_{31}, \hat{Z}_{31}) \sim \hat{P}_{3J}(\hat{X}_{3J}, \hat{Y}_{3J}, \hat{Z}_{3J})$

$\hat{P}_{2K}(\hat{X}_{2K}, \hat{Y}_{2K}, \hat{Z}_{2K}) \sim \hat{P}_{2E}(\hat{X}_{2E}, \hat{Y}_{2E}, \hat{Z}_{2E})$ 、ダンプトラック10<sub>3</sub>の終期位置データ  $\hat{P}_{3K}(\hat{X}_{3K}, \hat{Y}_{3K}, \hat{Z}_{3K}) \sim \hat{P}_{3E}(\hat{X}_{3E}, \hat{Y}_{3E}, \hat{Z}_{3E})$  が得られる。ここにダンプトラック10<sub>1</sub>の終期位置データは第7図の走行軌跡  $L_1$  を表す。同様にダンプトラック10<sub>2</sub>の終期位置データは走行軌跡  $L_2$  を、ダンプトラック10<sub>3</sub>の終期位置データは走行軌跡  $L_3$  を表す。

・終期位置データ  $\hat{P}_{1K} \sim \hat{P}_{1E}$ 、 $\hat{P}_{2K} \sim \hat{P}_{2E}$ 、 $\hat{P}_{3K} \sim \hat{P}_{3E}$  が得られると、これら終期位置データに基づき仕上り地形  $S_1$  が求められる。曲面  $S_1$  の任意の  $X$  (東経)、 $Y$  (北緯) 位置における高さ  $H_1$  は、

$$H_1 = g(X, Y) \dots (2)$$

と一義的に表される。

・(1)式から(2)式を減算して、高さの差  $H_0 - H_1$  が求められる。

$$H_0 - H_1 = f(X, Y) - g(X, Y) \dots (3)$$

・上記(3)式を  $X$ 、 $Y$  で積分することにより出

$\hat{Z}_{3J}$  が得られる。ここでダンプトラック10<sub>1</sub>の初期位置データは第7図の走行軌跡  $L_1$  を表す。同様にダンプトラック10<sub>2</sub>の初期位置データは走行軌跡  $L_2$  を、ダンプトラック10<sub>3</sub>の初期位置データは走行軌跡  $L_3$  を表す。

・初期位置データ  $\hat{P}_{11} \sim \hat{P}_{1J}$ 、 $\hat{P}_{21} \sim \hat{P}_{2J}$ 、 $\hat{P}_{31} \sim \hat{P}_{3J}$  が得られると、これら初期位置データに基づき初期地形  $S_0$  が求められる。曲面  $S_0$  の任意の  $X$  (東経)、 $Y$  (北緯) 位置における高さ  $H_0$  は、

$$H_0 = f(X, Y) \dots (1)$$

と一義的に表される。

・つぎに各ダンプトラック10<sub>1</sub>、～10<sub>3</sub>の位置データの内、掘削作業が終了した時点から所定時間前までに得られた位置データを取り出す。ここで所定時間は仕上り地形  $S_1$  を特定するに十分な位置データが取得される時間として設定される。こうしてダンプトラック10<sub>1</sub>の終期位置データ  $\hat{P}_{1K}(\hat{X}_{1K}, \hat{Y}_{1K}, \hat{Z}_{1K}) \sim \hat{P}_{1E}(\hat{X}_{1E}, \hat{Y}_{1E}, \hat{Z}_{1E})$ 、ダンプトラック10<sub>2</sub>の終期位置データ

来高  $V$  が演算される。なお、 $X$ 、 $Y$  の範囲は自由に設定することでき、任意のエリアにおける出来高を算出することができる。

なお、実施例ではドリフトを補正するための基準点を管制事務所20としているが、これに限定されることなく、基準点の設定地点は任意である。

また、管制事務所20としては1つだけでなく、2以上設けるようにしてもよい。

なお、また実施例ではドリフトを補正する演算を行うようにしているが、特に計測精度上に影響が出ない場合には適宜この補正処理を省略する実施もまた可能である。

また、実施例では基準点の位置を逐次演算して、逐次ドリフトの補正を行うようにしているが、基準点の位置は運行時間のうち1回ないしせいぜい数回演算するようにし、この演算値を代表させて補正演算を行う実施も可能である。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、GPS術

屋から送出される電波に基づき複数の建設機械の位置を計測して、計測結果に基づき複数の建設機械の作業現場における移動状況を作業領域並びに走行領域の位置との関連において表示、記録を行うようにしている。このため、従来のサインポスト方式に較べて、位置の計測精度が向上する。また、広域作業現場に低コストで対応できる。また、走行コースのレイアウト変更に対する柔軟性が向上する。また装置の信頼性が向上する。また、メンテナンスを行う煩わしさがなくなる。しかも経時的に出力される位置データをそのまま土工作業の日報として使用することができ、日報を書く手間が省け、オペレータにかかる負担が大幅に低減される。

また、GPS衛星の軌道情報が不正確である場合に計測結果に誤差が生じることがあるが、この場合誤差を除去する補正演算を行うことにより対応したので、高精度な計測が行えるという効果が得られる。

また、複数の建設機械に記憶媒体を備える構成

とした場合は、通信設備を省略することができるので、コストが低下するという効果が得られる。

また、1作業終了後に計測された3次元の位置データを集計して建設機械による出来高を演算するようにしたので、これに基づき出来高の評価、管理が適確に行えるという効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る建設機械の監視装置の実施例の外観を示す図、第2図は第1図に示すダンプトラックに搭載される車上装置および管制事務所に設備される地上装置の構成を示すブロック図で、第1の実施例の構成を示す図、第3図は第2図に示す表示部の表示画面に表示される作業現場の様子を示す図、第4図は第1図に示すダンプトラックに搭載される車上装置および管制事務所に設備される地上装置の構成を示すブロック図で、第2の実施例の構成を示す図、第5図は第4図に示す記憶媒体に記憶される記憶データを例示した図、第6図は第2図または第4図のプリンタから出力される出力結果を例示した図、第7図は第1

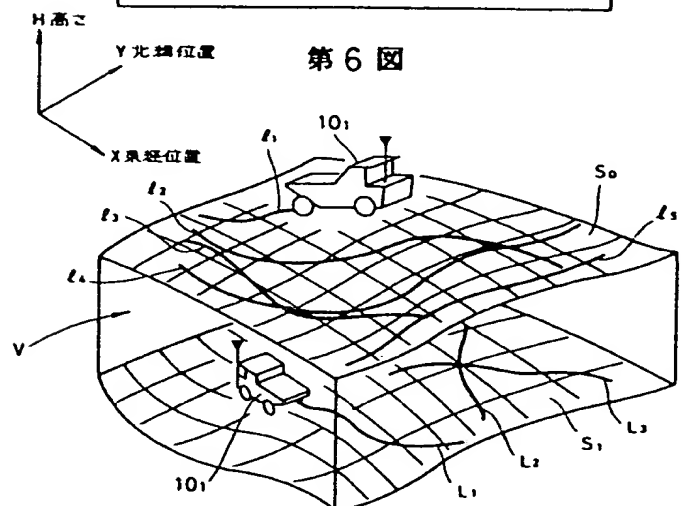
図に示す作業現場の掘削作業開始時の地形および掘削作業終了時の地形を概念的に示す斜視図、第8図から第10図は第2図の構成による第1の実施例の処理手順を示すフローチャート、第11図から第13図は第4図の構成による第2の実施例の処理手順を示すフローチャート、第14図は従来のサインポスト方式による建設機械の監視装置を説明するために用いた側面図である。

101、102、103、…ダンプトラック、11、11'…車上装置、15…記憶媒体、20…管制事務所、21、21'…地上装置、28、28'…表示部、29、29'…プリンタ。

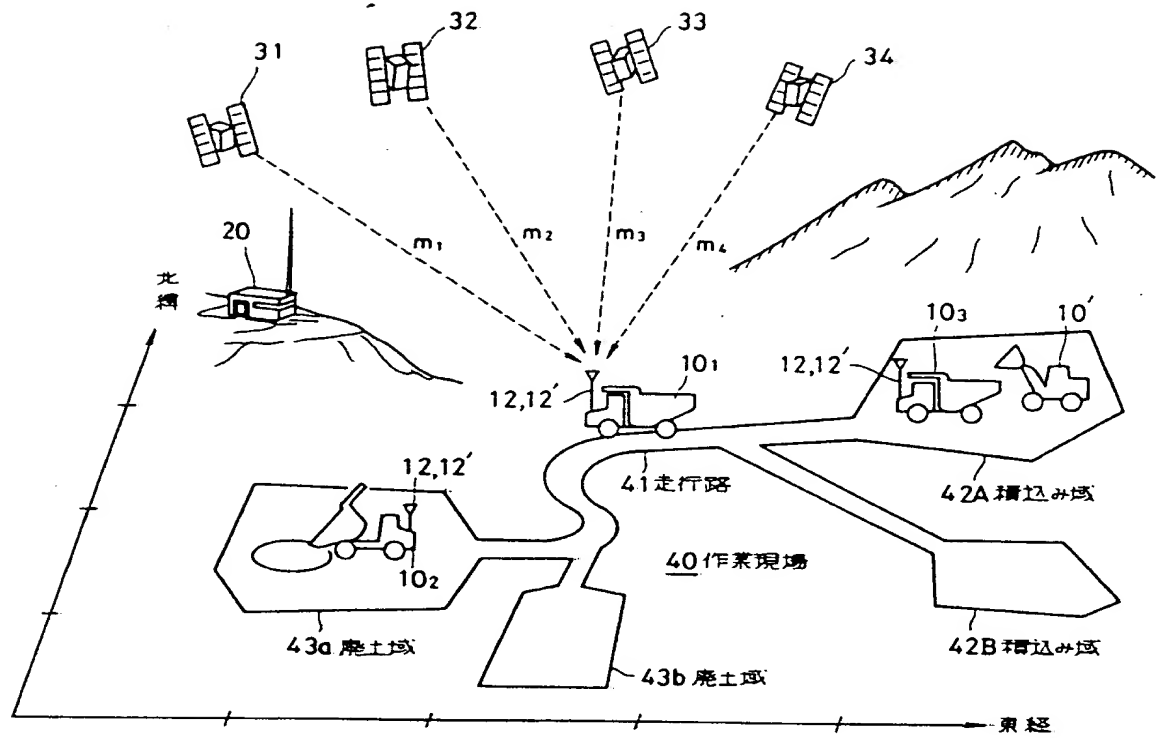
出願人代理人 木村高久



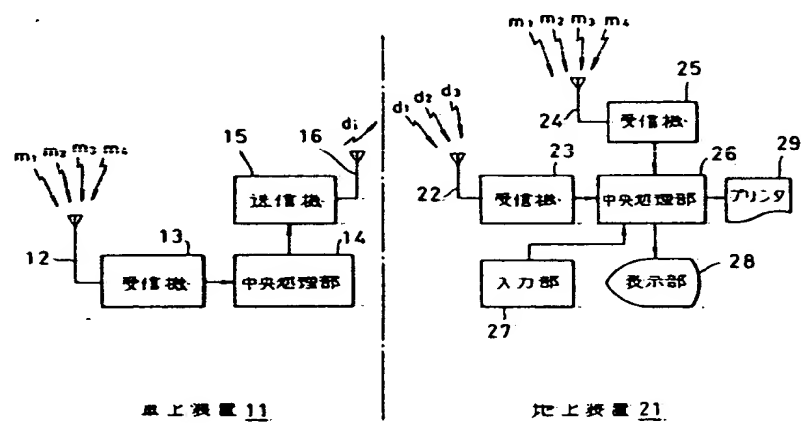
1号車 ダンプ		1990年9月20日		
No.	入庫時刻	出庫時刻	増込み高	廃土高
1	07:02:05	07:05:28	A	
2	07:08:33	07:11:43		a
3	07:18:21	07:20:34	B	
4	07:23:32	07:27:12		a
5	07:30:22	07:33:32	A	
X	XX:XX:XX	XX:XX:XX		X
X	XX:XX:XX	XX:XX:XX	X	



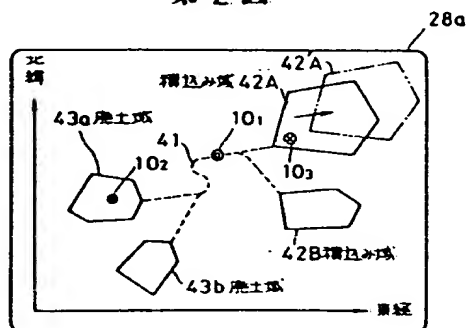
第7図



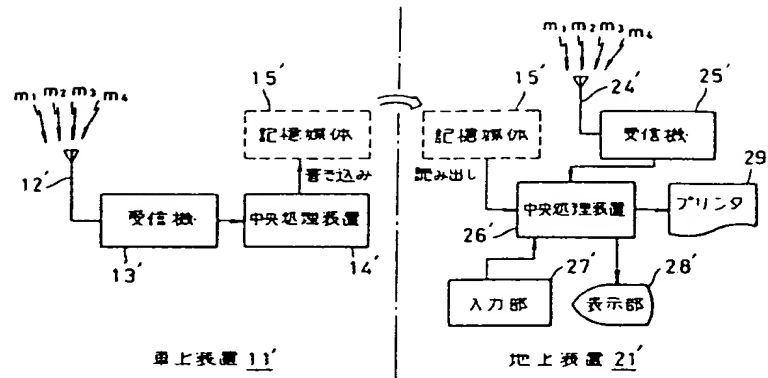
第 1 図



第 2 図



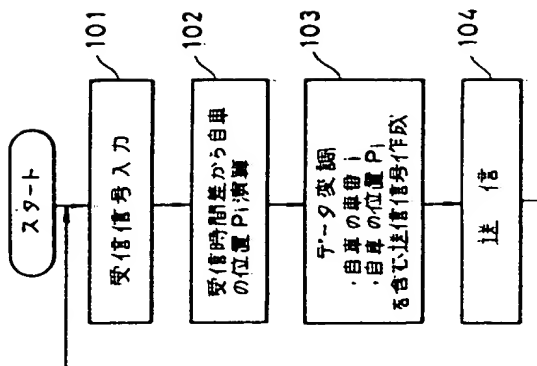
第 3 図



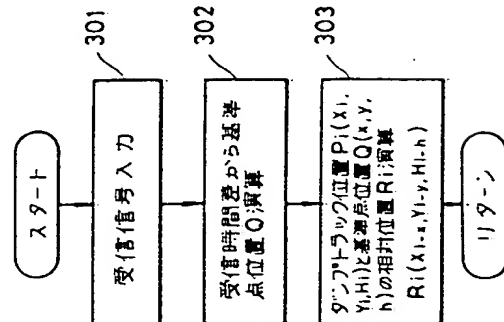
第4図

1号車 ダンプ 1990年9月20日				
No.	時刻	北緯	東経	高さ
1	07:02:10	35°11'23"	135°31'10"	0.05
2	07:02:15	35°11'24"	135°31'12"	0.05
3	07:02:20	35°11'25"	135°31'13"	0.11
4	07:02:25	35°11'28"	135°31'14"	0.15
5	07:02:30	35°11'30"	135°31'12"	0.16
6	07:02:35	35°11'31"	135°31'11"	0.15
7	07:02:40	35°11'32"	135°31'09"	0.13
8	07:02:45	35°11'39"	135°31'09"	0.11

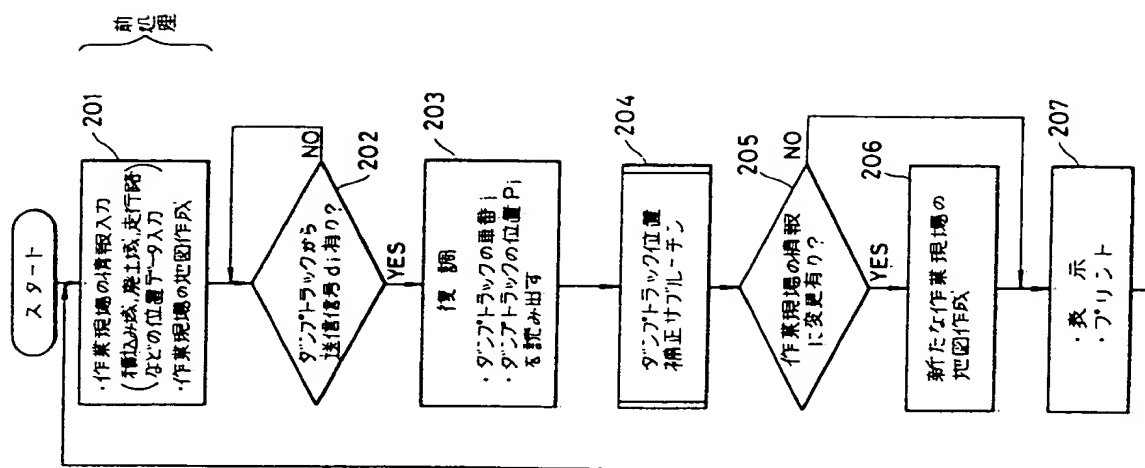
第5図



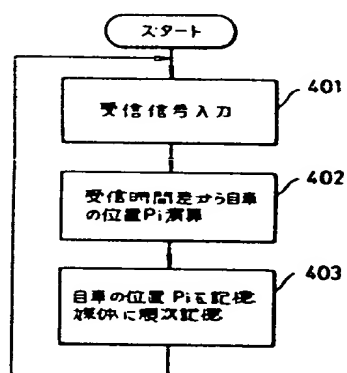
第8図



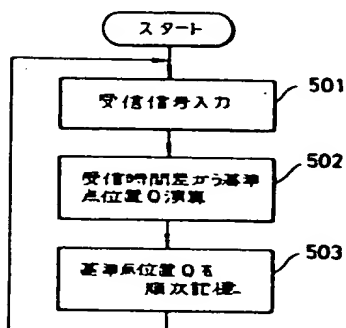
第10図



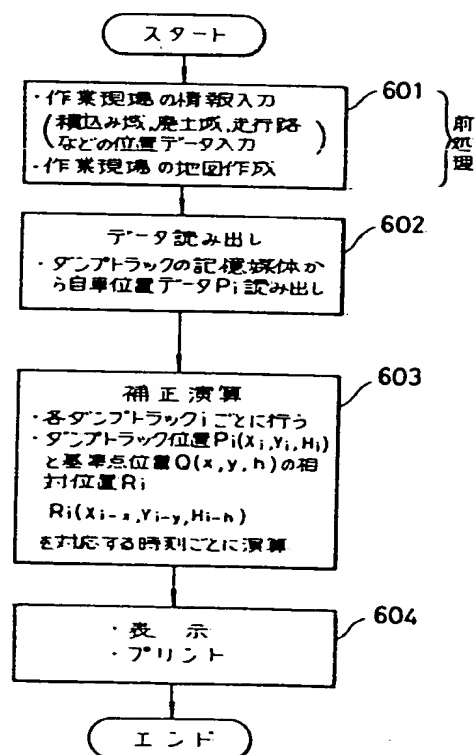
第9図



第11図

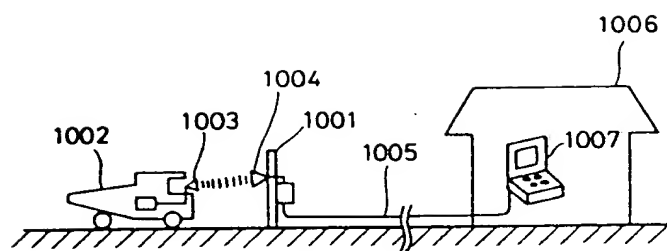


第12図



第13図





第14図